

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

Docket #11248
INV.: Guenther BERGMANN
et al.



JC879 U.S. PRO
09/996521
11/28/01



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 64 476.7

Anmeldetag: 22. Dezember 2000

Anmelder/Inhaber: ATMEL Germany GmbH, Heilbronn/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Abstimmung einer PLL-Schaltung

IPC: H 03 L 7/095

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. September 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

ATMEL Germany GmbH
Theresienstraße 2, D-74072 Heilbronn

Heilbronn, den 20.12.2000
FTP/H-dk/dk - P303337

5

Verfahren zur Abstimmung einer PLL-Schaltung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Abstimmung einer PLL-Schaltung, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

10 PLL-Schaltungen werden zum phasenstarren Koppeln zwischen einer Nutzfrequenz und einer Referenzfrequenz verwendet. Sie sind im Allgemeinen bis auf wenige externe Bauteile wie Spule und Kondensator vollständig integriert. Ein wichtiges Anwendungsgebiet von PLL-Schaltungen sind die Sende- und Empfangseinheiten bei der drahtlosen Kommunikation, beispielsweise im Bereich von Handys. Im Allgemeinen bestehen PLL-Schaltungen aus einem Phasendedektor, der die Frequenz oder Phase einer Oszillators mit der Frequenz oder Phase eines Nutzsignals vergleicht und am Ausgang pulsweitenmodulierte Stromimpulse liefert, einem Schleifenfilter, der die Stromimpulse des Phasendedektors in eine Gleichspannung umsetzt, einem gesteuerten Oszillator (VCO=Voltage-Control-Oszillator), dessen Frequenz von der Gleichspannung des Schleifenfilters verändert wird. In Abhängigkeit des Anwendungsbereichs der PLL-Schaltung werden unterschiedliche Regelmechanismen verwendet. Eine besonders häufige Art ist, daß der Oszillator mit steigender Spannung am Schleifenfilter seine Frequenz erhöht, bis die Phasendifferenz zwischen der Oszillatorkennfrequenz und der Nutzfrequenz am Eingang des Phasenfilters minimal wird. Damit liegt eine phasenstarre Kopplung zwischen der Oszillatorkennfrequenz und der Nutzfrequenz vor und die PLL-Schaltung ist eingerastet.

15

20

25

Bei den nach dem Stand der Technik bekannten Verfahren, beispielsweise dargestellt von T. Yamawaki et al, "A 2.7V GSM RF Transceiver IC", IEEE Journal of Solid-State-Circuits Vol. 32, No. 12, Dez. 1997 und "Hitachi Semiconductors, Datasheet HD155121F, RF Transceiver IC for GSM and PCS", ist eine konstante Offsetstromquelle eingebaut, die das Schleifenfilter während des vorbestimmten Zeitraumes auch Zeitschlitz genannt, bis zu einer maximalen Spannung auflädt. Sofern die PLL-Schaltung in dieser Zeit nicht einkastet wird das Schleifenfilter über einen Reset-Schalter vollständig entladen. Nachteil des bisherigen Verfahrens ist

30

es, daß während der Reset-Phase die PLL-Schaltung eine Totzeit aufweist, in der keine Signalverarbeitung stattfinden kann. Dies macht sich bei Signalverarbeitungen im Bereich bis einigen GHz sehr störend bemerkbar.

- 5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, bei dem mit einer PLL-Schaltung eine Signaldedektion ohne Totzeiten durchgeführt werden kann. Eine weitere Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, die sich einfach und kostengünstig herstellen läßt.
- 10 Die erstgenannte Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst, die Lösung der zweitgenannten Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruch 9 aufgezeigt. Günstige Ausgestaltungsformen sind Gegenstand von Unteransprüchen.
- 15 Hiernach besteht das Wesen der Erfindung darin, die Steuerspannung eines Oszillators in einer PLL-Schaltung bidirektional während der Signaldedektion innerhalb eines vorgegebenen Spannungsintervalls zu verändern, bis die PLL-Schaltung einrastet. Hierzu wird von einer PLL-Schaltung, in der die Ausgangsfrequenz eines Oszillators von einem Phasendedektor mittels eines Schleifenfilter erzeugten Steuerspannung bestimmt wird, die Ausgangsfrequenz des Oszillators in dem Phasendedektor mit einer Sollfrequenz verglichen und in einer ersten 20 Betriebsart ausgehend von einem unteren Schwellwert die Steuerspannung des Oszillators erhöht, bis dessen Ausgangsfrequenz mit einer Sollfrequenz übereinstimmt oder bei Erreichen eines oberen Schwellwerts in einer zweiten Betriebsart die Steuerspannung solange erniedrigt, bis die Ausgangsfrequenz mit der Sollfrequenz übereinstimmt oder bei Erreichen des unteren Schwellwertes in die erste Betriebsart zurückgeschaltet.
- 25 Vorteilhaft des neuen Verfahrens gegenüber dem bisherigen Stand der Technik ist es, daß bei der PLL-Schaltung eine Totzeit durch die Entladung des Schleifenfilters innerhalb der Reset-Phase vermieden wird und sich die Signalverarbeitung insbesondere bei hohen Frequenzen erheblich beschleunigt. Da die Spannung des Schleifenfilters als Steuerspannung die 30 Ausgangsfrequenz des Oszillators bestimmt, ist es vorteilhaft das von dem unterem und dem oberen Schwellwert aufgespannten Spannungsintervall an den Aussteuerbereich (Frequenzbereich) des gesteuerten Oszillators anzupassen, wobei der Spannungsbereich im Bereich der digitalen Signalverarbeitung beispielsweise etwa 3V umfaßt. Ferner ist es vorteilhaft die jeweilige Betriebsart, in der sich die PLL-Schaltung befindet, zu speichern, um beim Wechseln der Betriebsart die Richtung des Spannungsänderung zu bestimmen.
- 35

In einer Weiterbildung des Verfahrens wird die Änderung der Steuerspannung mittels einer Stromquelle oder Stromsenke durchgeführt, die von einer Steuereinheit mittels eines Schaltelements abwechselnd mit dem Schleifenfilter verbunden werden. Die Ströme des Strom-

quelle bzw der Stromsenke überlagern sich dabei mit den pulsweitenmodulierten Stromen des Phasendedektors. In der ersten Betriebsart, wird das Schleifenfilter, das beispielsweise aus einer RC-Kombination besteht, durch die Stromquelle geladen, so daß sich am Ausgang des Schleifenfilters, an dem die Steuerspannung anliegt, die Frequenz des Oszillators erhöht

5 und sofern die PLL-Schaltung dabei nicht einrastet, die Spannung am Schleifenfilter erhöht wird, vergleicht die Steuereinheit beispielsweise mittels eines Komparators die Steuerspannung des Oszillators mit dem vorgegebenen oberen Grenzwert der Steuerspannung und trennt bei Erreichen des Grenzwertes die Stromquelle vom Schleifenfilter ab. In der zweiten Betriebsart verbindet die Steuereinheit das Schleifenfilter solange mit der Stromsenke bis der

10 untere Grenzwert der Steuerspannung erreicht wird. Dieser Vorgang wird fortgeführt, bis die PLL-Schaltung einrastet und die Stromquelle bzw die Stromsenke abgetrennt wird und die Steuerspannung des Oszillators konstant bleibt und ausschließlich von den Stromsignalen des Phasendedektors bestimmt wird. Der Vorteil von Stromquellen ist, dass durch die hochohmigen Ausgänge die Ausgangströme unabhängig von der Spannungsamplitude des

15 Schleifenfilters ist. Weiterhin ist es gegenüber dem bisherigen Stand der Technik vorteilhaft, wenn die Ströme der Stromquelle und Stromsenke entgegengesetzt gleich groß und zeitlich konstant sind. Damit ist die Empfindlichkeit und die Geschwindigkeit des Einrastens der PLL-Schaltung von der Änderungsrichtung der Steuerspannung und von der Betriebsart unabhängig.

20 In einer Weiterbildung des Verfahrens wird, wenn die Sollfrequenz mit der Nutzfrequenz übereinstimmt, also im eingerasteten Zustand, der Strom der Stromquelle oder der Strom der Stromsenke durch den Strom des Phasendedektors kompensiert. Damit bleibt die Steuerspannung des Oszillators konstant, ohne dass mittels des Schaltelementes die Stromsenke

25 oder Stromquelle getrennt werden muß. Vorteilhaft ist dabei, daß in dem Zeitpunkt keine Schaltspannungen auftreten, wenn die PLL-Schaltung eine besonders hohe Empfindlichkeit aufweist. Ferner ist im nächsten Suchvorgang, insbesondere wenn die neue Frequenz nur wenig von der alten Frequenz abweicht ein schnelleres Einrasten möglich, da der letzte Spannungswert als Ausgangspunkt verwendet wird.

30 In einer anderen Weiterbildung des Verfahrens wird die Steuerspannung durch einen zeitlich veränderlichen Strom aus dem Phasendedektor moduliert, sofern die Ausgangsfrequenz des Oszillators nicht mit der Sollfrequenz übereinstimmt, wobei die Frequenz des Stromes mit kleiner werdender Differenz zwischen der Ausgangsfrequenz und der Sollfrequenz abnimmt.

35 Hierbei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Amplitude des Stromes des Phasendedektors größer ist als der Strom der Stromquelle bzw. der Strom der Stromsenke. In einer anderen Weiterbildung des Verfahrens wird von dem Phasenfilter zusätzlich zu der Frequenz auch die Amplitude des Stromes, der durch den Phasendedektor geliefert wird, geändert, in dem die

Amplitude mit der größer werdenden Differenz zwischen der Ausgangsfrequenz und der Sollfrequenz verringert wird.

in einer anderen Weiterbildung des Verfahrens wird die Modulationsfrequenz des Stromes des Phasendedektors so gewählt, daß bei einer großen Differenz zwischen Sollfrequenz und Oszillatorfrequenz die Tiefpaßcharakteristik des Schleifenfilters, die Modulationsamplitude der Steuerspannung stark gedämpft. Damit ist die PLL-Schaltung bei großen Frequenzdifferenzen am Eingang des Phasendedektors unempfindlich und die Steuerspannung am Oszillator wird noch relativ schnell erhöht oder erniedrigt, da der Strom der Stromquelle oder der Strom der Stromsenke noch nicht durch den Strom des Phasendedektors kompensiert wird.

Die vorliegende neue Schaltungsanordnung läßt sich in vorteilhafter Weise zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwenden. Sie schafft eine Abstimmsschaltung zum Liefern eines Offsetstromes für eine PLL-Schaltungsanordnung mit folgenden Merkmalen.
einer Steuereinheit, die eine an dem Oszillator anliegende Steuerspannung bzw. Schleifenfilterspannung mit einem unteren Schwellwert und mit einem oberen Schwellwert vergleicht, und in Abhängigkeit des Vergleichs, in einer ersten Betriebsart, mittels eines Schaltelementes den Eingang eines Schleifenfilters mit einer Stromquelle verbindet oder trennt, und in einer zweiten Betriebsart das Schleifenfilter mit einer Stromquelle verbindet oder trennt, und in einer Speichereinheit den jeweiligen Betriebszustand speichert.

Der Vorteil der Abstimmsschaltung gemäß der zweitgenannten Aufgabe der vorliegenden Erfindung gegenüber dem Stand der Technik besteht darin, daß die Schaltungsanordnung ein sehr schnelles Einrasten der PLL-Schaltung ermöglicht, da keine Totzeiten auftreten. Damit wird die Signalverarbeitung erheblich beschleunigt und ein Einsatz bei sehr hohen Frequenzen im Bereich von einigen GHz ermöglicht. Dies ist für den Einsatz im Mobilfunkbereich eine wichtige Bedingung.

Das erfindungsgemäße Verfahren soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiel im Zusammenhang mit den Zeichnungen erläutert werden. Es zeigen die

- Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer PLL-Schaltungsanordnung mit integrierter Abstimmeinheit, und
- Fig. 2 den Verlauf der Spannung am Schleifenfilter in Abhängigkeit von der Zeit für den Fall, dass die PLL-Schaltungsanordnung nicht einrastet, und
- Fig. 3 den Verlauf der Spannung am Schleifenfilter in Abhängigkeit der Zeit für den Fall, dass die PLL-Schaltungsanordnung einrastet.

- Die Aufgabe der in Figur 1 abgebildeten PI I -Schaltungsanordnung 100 ist es, durch eine bidirektionale Änderung der Steuerspannung VC innerhalb eines gegebenen Intervalls die Frequenz FO eines Oszillators VCO zu ändern, bis dessen Frequenz FO mit einer Sollfrequenz FR übereinstimmt und die PLL-Schaltungsanordnung 100 einrastet. Hierzu weist die PLL-Schaltungsanordnung 100 einen Eingang 110, an dem die Sollfrequenz FR von einer vorhergehenden Schaltungsstufe (nicht abgebildet) anliegt, einen ersten Ausgangsknoten 120, an der die Oszillatorfrequenz FO für eine nachfolgende Schaltungsstufe (nicht abgebildet) anliegt, und einen zweiten Ausgang 130 auf, an dem mittels eines Einrastsignals LD einer nachfolgenden Schaltungsstufe (nicht abgebildet) angezeigt wird, dass die PLL-Schaltungsanordnung 100 eingerastet ist.
- Innerhalb der PLL-Schaltungsanordnung 100 ist der Eingang 110 mit einem ersten Eingang eines Phasendedektors PD verbunden. Ferner weist der Phasendedektor PD einen zweiten Eingang auf, der mit einem Knoten 120 verbunden ist, an dem die Frequenz FO des Ausgangs eines gesteuerten Oszillators VCO anliegt, einen ersten Ausgang der mit dem Knoten 140 verbunden ist und einen zweiten Ausgang auf, an dem das Einrastsignal LD anliegt, der mit dem zweiten Ausgang 130 der PLL-Schaltungsanordnung 100 verbunden ist. Sofern die Differenz zwischen der am ersten und der am zweiten Eingang des Phasendedektors PD anliegenden Frequenz zu unterschiedlich ist, lässt sich die Frequenz FO des Oszillators VCO beispielsweise durch einen Teiler oder Mischer (beide nicht abgebildet) anpassen. Mit dem Knoten 140 ist außerdem noch der Ausgang eines Schaltelementes E verbunden. Des Weiteren ist der Eingang einer Steuereinheit ST mit einem ersten Ausgang eines Schleifenfilters SF verbunden. Ferner ist der Ausgang der Steuereinheit ST mit einem ersten Eingang des Schaltelementes E verschaltet. Außerdem ist bei dem Schaltelement E ein zweiter Eingang 150 mit einer Stromquelle IQ und ein dritter Eingang 160 mit einer Stromsenke IS verbunden. Ferner ist der Eingang des Schleifenfilters SF mit dem Knoten 140 verschaltet, wobei der Ausgang des Schleifenfilters SF, an dem die Steuerspannung VC anliegt, mit dem Eingang des gesteuerten Oszillators VCO verbunden ist.
- Im Folgenden wird die Funktionsweise der PLL-Schaltungsanordnung 100 erläutert, die die Steuerspannung VC für den gesteuerten Oszillator VCO automatisch bidirektional innerhalb eines durch die Steuereinheit ST vorgegebenen Spannungsintervall ändert, bis die Oszillatorkreisfrequenz FO mit der Sollfrequenz FR übereinstimmt, d.h. die PLL-Schaltung eingerastet ist. Im eingerasteten Zustand zeigt die PLL-Schaltungsanordnung 100 mittels des Signals LD einer nachfolgenden Schaltungsstufe (nicht abgebildet) an, daß das am Ausgangsknoten 120 anliegende Signal FO gültig ist.

Ist die PLL-Schaltungsanordnung 100 nicht eingerastet, wird das Schleifenfilter SF, das beispielsweise aus einer RC-Kombination besteht, mit dem pulsweitenmodulierten Strom des

Phasendedektors PD sowie dem Strom der Stromquelle IQ bzw der Stromsenke IS geladen oder entladen. Dabei ist die Modulationsfrequenz des Stromes des Phasendedektors PD proportional der Frequenzdifferenz zwischen der Oszillatorfrequenz FO und der Eingangs frequenz FR. Die sich damit ergebende Spannung am Schleifenfilter SF liegt an dem zweiten 5 Ausgang des Schleifenfilters SF als Steuerspannung VC an und bestimmt damit die Frequenz FO des Oszillators VCO. Die Steuereinheit ST, die beispielsweise einen Komparator und enthält, überwacht die Spannung am Schleifenfilter SF und schaltet, wenn der obere Grenzwert der Steuerspannung VC erreicht wird, in eine erste Betriebsart und wenn der untere Grenzwert der Steuerspannung VC erreicht wird, in eine zweite Betriebsart. Weist die 10 Steuereinheit ST zusätzlich zum Komparator auch eine Speichereinheit auf, lässt sich die jeweilige Betriebsart in der sich die PLL-Schaltungsanordnung 100 befindet, abspeichern und als Ausgangspunkt für das Wechseln der Betriebsart verwenden.

In der ersten Betriebsart verbindet die Steuereinheit ST mittels des Schaltelementes E die 15 Stromquelle IQ, die beispielsweise einen konstanten Strom liefert, mit dem Knoten 140. Damit erhöht sich Steuerspannung VC und die Ausgangsfrequenz FO des Oszillators VCO, bis die Steuereinheit ST, die den Spannungswert des Schleifenfilters SF mit einem vorgegebenen oberen Grenzwert vergleicht, beim Erreichen des oberen Grenzwertes die Stromquelle IQ mittels des Schaltelementes E von dem Knoten 140 wieder trennt.

20 In der zweiten Betriebsart verbindet die Steuereinheit ST mittels des Schaltelementes E die Stromsenke IS, deren Strom beispielsweise dem Strom der Stromquelle IQ entspricht, mit dem Knoten 140. Damit erniedrigt sich die Steuerspannung VC und die Ausgangsfrequenz FO des Oszillators VCO, bis die Steuereinheit ST, die den Spannungswert des Schleifenfilters SF mit einem vorgegebenen unteren Grenzwert vergleicht, beim Erreichen des unteren 25 Grenzwertes die Stromsenke IS mittels des Schaltelementes E von dem Knoten 140 wieder trennt.

30 In Figur 2 ist der zeitliche Verlauf der Spannung am Schleifenfilter SF für beide Betriebszustände dargestellt. Hierzu ist bei der Y-Achse die Amplitude der Spannung am Schleifenfilter SF bzw. der Steuerspannung des Oszillators VCO aufgetragen, wobei das Intervall, in dem die Steuerspannung geändert wird, durch einen unteren Schwellwert W1 und einen oberen Schwellwert W2 gegeben ist. Ferner ist die X-Achse als Zeitachse ausgebildet. Beginnend beim unteren Schwellwert W1, wird die Spannung im ersten Betriebszustand kontinuierlich erhöht, indem die Stromquelle IQ einen konstanten Strom an das Schleifenfilter SF liefert. Erreicht die Spannung am Schleifenfilter SF den oberen Grenzwert W2, schaltet die Steuereinheit ST von dem ersten in den zweiten Betriebszustand um und die Spannung am Schleifenfilter SF wird durch den konstanten Strom der Stromsenke IS, der in seiner Amplitude dem der Stromquelle IQ entspricht, kontinuierlich bis zum unteren Grenzwert W1 erniedrigt. Da im 35

dargestellten Beispiel die beiden Ströme entgegengesetzt gleich groß sind, entspricht in der Abbildung die Steigung des ansteigenden Astes dem des abfallenden Astes. Außer dem dargestellten Beispiel von zeitlich konstanten Strömen, sind sowohl zeitliche Abhängigkeiten als auch Unterschiede zwischen den beiden Strömen der Stromquelle IQ und der Stromsenke IS einstellbar.

In Figur 3 ist der zeitliche Verlauf der Spannung am Schleifenfilter SF für den Fall dargestellt, dass ab einem bestimmten Wert der Spannung am Schleifenfilter SF bzw. der Steuerspannung die PLL-Schaltungsanordnung 100 einrastet, wobei die Achsenbezeichnung der Figur 2 entspricht. Ferner kompensiert in der dargestellten Ausführungsform, im eingerasteten Zustand der Strom des Phasendedektors PD den Strom aus der Stromquelle IQ bzw. aus der Stromsenke IS. Damit treten beim Einrastvorgang, wenn die PLL-Schaltungsanordnung 100 eine besonders hohe Empfindlichkeit aufweist, keine Schaltspannungen auf. Des Weiteren wird in der Abbildung jeweils ein Einrastvorgang für beide Betriebsarten gezeigt, wobei der Zweig a dem ersten Betriebszustand entspricht, in dem beginnend von dem unteren Schwellwert W1 die Spannung am Schleifenfilter SF sukzessive erhöht wird und der Zweig b den zweiten Betriebszustand wiedergibt, in dem die Spannung am Schleifenfilter SF beginnend von einem oberen Schwellwert W2 bis zum Einrastpunkt sinkt. Aus Gründen der Anschaulichkeit wurden für beide Zweige die gleichen Einrastspannungen gewählt. Durch den konstanten Strom der Stromquelle IQ wird die Spannung am Schleifenfilter SF erhöht, wobei durch den modulierten Strom vom Phasendedektor PD eine hochfrequente Modulationsspannung überlagert ist, deren Frequenz proportional der am Eingang des Phasendedektors PD liegenden Frequenzdifferenz ist. Da im dargestellten Beispiel zu Beginn der Suche die Differenz zwischen der Frequenz FO des Oszillators und der Sollfrequenz FR am Eingang des Phasendedektors PD noch sehr groß ist, liefert er einen hochfrequenten Modulationsstrom, dessen Amplitude durch eine eingestellte Grenzfrequenz des Schleifenfilters SF stark gedämpft wird. Je geringer die Differenz der am Eingang des Phasendedektor PD anliegenden Frequenzen ist, desto geringer wird auch die Modulationsfrequenz und damit die Dämpfung durch die Tiefpaßcharakteristik des Schleifenfilters SF. Wird die Differenz zwischen der Sollfrequenz FR und der Oszillatorfrequenz FO klein, verringert der Phasendedektor PD die Frequenz der Modulationsspannung und erhöht gleichzeitig die Amplitude der Modulationsspannung wesentlich, wobei am Einrastpunkt der PLL-Schaltung der Strom aus dem Phasendedektor PD den konstanten Strom der Stromquelle IQ bzw. der Stromsenke IS kompensiert. Dadurch wird bei der phasenstarren Kopplung die Spannung am Schleifenfilter SF konstant gehalten und die PLL-Schaltung bleibt eingerastet.

Heilbronn, den 20.12.2000
FTP/H-dk/dk – P303337

Patentansprüche

- 5 1. Verfahren zur Abstimmung einer PLL-Schaltung, bei welcher
 - eine Steuerspannung (VC), die von einem Phasendedektor (PD) mittels einem Schleifenfilter (SF) erzeugt wird, die Ausgangsfrequenz (FO) eines Oszillators (VCO) bestimmt, und
 - die Ausgangsfrequenz (FO) in dem Phasendedektor (PD) mit einer Sollfrequenz (FR) verglichen wird,
- 10 **dadurch gekennzeichnet, daß**
 - in einer ersten Betriebsart die Steuerspannung (VC) erhöht wird, bis die Ausgangsfrequenz (FO) mit der Sollfrequenz (FR) übereinstimmt oder sofern die Steuerspannung (VC) einen ersten Schwellwert erreicht.
 - in einer zweiten Betriebsart die Steuerspannung (VC) erniedrigt wird, bis die Ausgangsfrequenz (FO) mit der Sollfrequenz (FR) übereinstimmt oder sofern die Steuerspannung (VC) einen zweiten Schwellwert erreicht in die erste Betriebsart umgeschaltet wird.
- 15 2. Verfahren nach einem der Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Änderung der Steuerspannung (VC) in der ersten Betriebsart mittels einer Stromquelle (IQ) und in der zweiten Betriebsart mittels einer Stromsenke (IS) durchgeführt wird und deren Ströme sich mit dem Strom aus dem Phasendedektor (PD) überlagern.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuerspannung (VC) bei Übereinstimmung der Ausgangsfrequenz (FO) mit der Sollfrequenz (FR) konstant gehalten wird, indem der Strom des Phasendedektors (PD) den Strom der Stromquelle (IQ) oder den Strom der Stromsenke (IS) kompensiert.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuerspannung (VC) moduliert wird, sofern die Ausgangsfrequenz (FO) nicht mit der Sollfrequenz (FR) übereinstimmt, indem der Phasendedektor (PD) einen zeitlich veränderlichen Strom an das Schleifenfilter (SF) liefert, dessen Frequenz proportional zu der Größe der Differenz von Ausgangsfrequenz (FO) zu Sollfrequenz (FR) ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die maximale Amplitude des Stromes des Phasendedektors (PD) größer als die Amplitude des Stromes aus der Stromquelle (IQ) oder der Stromsenke (IS) ist.
- 5 6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die maximale Amplitude des Stromes des Phasendedektors (PD) mit zunehmender Differenz zwischen Sollfrequenz (FR) und Ausgangsfrequenz (FO) abnimmt.
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Modulationsamplitude der Steuerspannung (VC) durch eine Tiefpaßcharakteristik des Schleifenfilters (SF) bedämpft wird.
- 15 8. Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Phasendedektor (PD) ein Kontrollsignal (LD) zur Anzeige der Übereinstimmung von Ausgangsfrequenz (FO) mit der Sollfrequenz (FR) erzeugt.
- 20 9. PLL-Schaltungsanordnung zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, mit
 - einem Phasendedektor (PD), der mit einem Schleifenfilter (SF) verbunden ist, und
 - einem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO), der mit dem Schleifenfilter (SF) verschaltet ist,

dadurch gekennzeichnet, daß

 - die Schaltungsanordnung mindestens eine Steuereinheit (ST) aufweist, die zur Überwachung der Steuerspannung (VC) des Oszillators (VCO), mit dem Schleifenfilter (SF) und dem Phasendedektor (PD) verbunden ist, und
 - eine Stromquelle (IQ) und eine Stromsenke (IS) aufweist, die mittels eines Schaltelements (E) mit dem Schleifenfilter (SF) verbunden ist.
- 25 10. PLL-Schaltungsanordnung nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Steuereinheit (ST) zum Vergleich der Steuerspannung mit den beiden Schwellwerten wenigstens einen Komparator aufweist und zum Abspeichern des Betriebszustands wenigstens eine Speichereinheit enthält.

Heilbronn, den 20.12.2000
FTP/H-dk/dk – P303337

5

Zusammenfassung

1. Verfahren zur Abstimmung einer PLL-Schaltung.
- 2.1 Bei den bisher bekannten Verfahren zur Abstimmung der PLL-Schaltung muß, sofern die PLL-Schaltung nicht einrastet, das Schleifenfilter wieder entladen werden. In dieser Zeit, auch Totzeit genannt, kann von der PLL-Schaltung keine Signaldedektion durchgeführt werden.
- 2.2 Mit dem neuen Verfahren kann eine Signaldedektion der PLL-Schaltung auch während des Entladezeitraumes des Schleifenfilters durchgeführt werden. Damit werden Totzeiten vermieden und die Signaldedektion durch die PLL-Schaltung erheblich beschleunigt. Bei einem Einsatz insbesondere bei hochfrequenten Anwendungen, wie beispielsweise im Bereich der Handys, erhöht sich der Datendurchsatz.

10

15